



PROSIDING SEMIRATA BKS

PTN-WILAYAH BARAT
BIDANG ILMU MIPA KE-22

(MATEMATIKA, KIMIA, PMIPA)



BANDA ACEH, 4-5 MEI 2009

**PROSIDING SEMIRATA BKS
PTN-WILAYAH BARAT**

BIDANG ILMU MIPA KE-22

(MATEMATIKA, KIMIA, PMIPA)

EDITOR

DR. MUHAMMAD SUBIYANTO, M.Si. (MATEMATIKA)

DR. NURDIN SAIDI, M.Si. (KIMIA)

DRS. SUWARNO, M.Si. (PMIPA)

**PROSIDING SEMIRATA BKS
PTN-WILAYAH BARAT**

BIDANG ILMU MIPA KE-22

(MATEMATIKA, KIMIA, PMIPA)

BANDA ACEH, 4-5 MEI 2009

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Syiah Kuala**

Proseding Semirata BKS PTN Wilayah Barat
Bidang Ilmu MIPA ke 22
(Matematika, Kimia, PMIPA)

Banda Aceh, 4 - 5 Mei 2009

Diterbitkan oleh:
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Syiah Kuala

Bekerjasama dengan

Penerbit Citapustaka Media Perintis

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Rapat Kerja BKS-PTN Wilayah Barat ke 22 tahun 2009 telah dapat terselenggara dengan baik dan lancar. Kegiatan ini diselenggarakan pada tanggal 4-5 Mei 2009 di Banda Aceh, di mana Fakultas MIPA Universitas Syiah Kuala Banda Aceh sebagai penyelenggaranya.

Selain rapat kerja, juga diselenggarakan SEMIRATA untuk bidang Ilmu MIPA yang meliputi : Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi. Ratusan makalah dosen dari berbagai perguruan tinggi negeri yang tergabung dalam BKS PTN wilayah barat telah diseminarkan pada kegiatan ini. Prosiding ini terbagi dua, yaitu untuk bidang Matematika, Kimia dan Pendidikan MIPA dalam satu buku dan buku yang lain memuat bidang Fisika dan Biologi. Kedua prosiding tersebut memuat semua makalah yang telah diseminarkan kegiatan ini.

Pada kesempatan ini kami atas nama Panitia Penyelenggara mengucapkan terima kasih atas bantuan semua pihak sehingga kegiatan besar ini dapat terselenggara dengan baik.

Banda Aceh, Juli 2009

Panitia Penyelenggara

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	iv
 KIMIA	
ARANG AKTIF SAMPAH ORGANIK PERKOTAAN HASIL AKTIVASI DENGAN UAP H ₂ O - Abdul Gani Haji	1 – 6
PENGUNAAN KHITOSAN SEBAGAI PENYANGGA SENSOR BESI (II), BESI (III) DAN KROMIUM (VI) TERLARUT - Adlim, Ria Ervilita, Fadly Jailani, Reza Pahlevi	7 – 11
EKSTRAKSI OLEORESIN JAHE MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK - Anwar Fuadi, Pocut Nurul Alam, M.Dani Supardan	12– 15
ISOLASI SENYAWA AKTIF SITOTOKSIK EKSTRAK METANOL DAUN <i>Nerium oleander</i> L. - Binawati Ginting, Murniana, Medan Razali	16 – 22
EFEKTIVITAS VCO TERHADAP <i>SALMONELLA</i> - Charles Banon	23 – 28
OPTIMALISASI PEMBENTUKAN <i>PRECIPITATED CALCIUM CARBONAT (PCC)</i> DENGAN PROSES KARBONASI MENGGUNAKAN <i>RESPONSE SURFACE METHOD (RSM)</i> - Eka Angasa	29 - 33
KARAKTERISASI, AKTIVASI DAN PEMANFAATAN BENTONITSEBAGAI ADSORBEN Cu (II) – Fathurrahmi	34 – 40
PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PULP (SLUDGE) DENGAN SERAT PELEPAH BATANG PISANG MENJADI PAPERBOARD - Ferdinan Sinuhaji	41– 44
PENGARUH ION LOGAM TERHADAP AKTIVITAS PROTEASE ALKALI DARI <i>Bacillus sp.</i> TERMOFILIK ISOLAT SABANG - Frida Oesman, Febriani dan T. M. Iqbalsyah	45 – 50
KAJIAN PENDAHULUAN TEKNIK TANDEM KROMATOGRAFI PASANGAN ION FASA TERBALIK-HG-FAAS UNTUK SPESIASI SENYAWA ORGANOTIN – Herlinawati	51 – 55
DETERMINATION OF ADDITION REACTION PRODUCT OF UNSYMMETRY ALKENE USING HYPERCHEM SOFTWARE THAT AGREE WITH MARKOVNIKOV'S RULE - I Nyoman Candra	56– 58
ADSORPSI ION LOGAM BESI (Fe) MENGGUNAKAN ABU LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT – Julinawati	59 – 64
PLASTIK BIODEGRADABEL BERBASIS KHITOSAN DAN PATI SAGU - M. Hasan	65– 69
PERUBAHAN SIFAT FISIKA-KIMIA MINYAK JELANTAH YANG DIMURNIKAN DENGAN LIDAH BUAYA - Mekar Sari Dewi, Satriana, Novia Mehra Erfiza, dan Yusya Abubakar	70– 74

ISOLASI DAN KARAKTERISASI ASAP CAIR DARI LIMBAH SABUT KELAPA SAWIT SEBAGAI INSEKTISIDA ALAMI – Mukhlis	75 – 79
POLISACHARIDE DEGRADING MICROORGANISMS I : SCREENING OF EXTRACELLULER CELLULASE PRODUCER'S MICROORGANISMS - Mulyono, Iwan Djauhari, Dian Herasari, dan Yandri A.S.	80 – 84
SINTESIS DAN KARAKTERISASI KALSIUM KLORIDA DARI ABU TONGKOL JAGUNG (<i>Zea mays</i> . L) Ngatijo.....	85 - 87
BIOSORPSI Cu(II), Cd(II), Pb(II) DAN Cr TOTAL LIMBAH CAIR SASIRANGAN MENGGUNAKAN BIOMASSA SERASAH TUMBUHAN GALAM (<i>Melaleuca cajuputi</i>) TERIMOBILKAN PADA SILIKA GEL - Noer Komari	88 – 91
OXOAPHORPINE FROM BARK OF <i>CRYPTOCARYA FERREA</i> - Nurdin Saidi, a. Hamid A. Hadi, Khalijah Awang and Mat Ropi Mukhtar	92 – 96
OPTIMASI WAKTU INKUBASI PADA PEMBUATAN VIRGIN COCONUT OIL MENGGUNAKAN CUKA - Nurhaida, Sitti Saleha, Yusnidar	97 – 102
EFEK HIPOGLIKEMIK PEMBERIAN SEDIAN DAUN BOSI-BOSI (<i>JUSTICIA GENDARUSA BURM.F</i>) PADA TIKUS - Pandapotan Panjaitan	103 - 106
IMPREGNASI KAYU KELAPA SAWIT DENGAN POLISTIRENA BEKAS YANG DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT – Nurfajriani	107– 109
PENINGKATAN MUTU MINYAK NILAM ACEH DENGAN MENGGUNAKAN <i>CHELATING AGENT</i> - Pocut Nurul Alam, M. Dani Supardan, Iskandar	110 – 113
HIDRODISTILASI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN BANTUAN GELOMBANG ULTRASONIK - Ruslan, Normalina Arpi, M.Dani Supardan	114– 118
SINTESA 1,2-DIHYDROISOQUINOLINE TERKATALISASI OLEH MOLEKULAR SIEVES - Sal Prima Yudha S	119 – 121
PROSES DEGUMMING DAN ESTERIFIKASI MINYAK GORENG BEKAS SEBAGAI <i>FEEDSTOCK</i> BIODIESEL - Satriana, M.Dani Supardan, Cut Aisyah, Z.Jamil	122 – 131
KANDUNGAN FORMALIN DALAM BAHAN MAKANAN DI BANDA ACEH - Sitti Saleha, Khairi, Muammar Yulian	132– 135
KANDUNGAN RADIKAL BEBAS MAKANAN YANG DIBAKAR (IKAN BAKAR, AYAM BAKAR DAN SATE PADANG) - Sri Yadiyal Chalid	136– 140
EVALUASI ANALISIS ERITROMISIN STEARAT DENGAN KROMATOGRAFI CAIR KINERJA TINGGI FASE TERBALIK - Subardi Bali	141– 146
PENGARUH SUHU DAN PH INTERAKSI TERHADAP PADA BIOMASSA DARI MODIFIKASI ADSORPSI ION PB, CD DAN CU KULIT UBI KAYU (<i>MANIHOT ESCULENTA CRANS</i>) – Suharso	147 – 152
AKUMULASI DAN TOLERANSI LOGAM MERKURI TERHADAP IKAN PLATI (<i>ORYZIAS LATIPES</i>)- Suhendrayatna	

PENENTUAN KANDUNGAN GIZI KECAP IKAN (<i>Sardinella Longiceps</i>) HASIL FERMENTASI DENGAN EKSTRAK BUAH NENAS (<i>Ananas Comosus</i> L. Merr) – Sulastri	153 - 157
PEMBUATAN DEKSTRO-FOSFAT DARI PATI SAGU (<i>METROXYLON SAGU ROTTB.</i>) SEBAGAI EKSTENDER DALAM PEREKAT KAYU – Susilawati	158– 163
A COMPARATIVE STUDY ON THE ANTIFUNGAL ACTIVITY OF DIBUTYLTIN(IV) CARBOXYLATE AND AMINO ACID COMPLEXES - Sutopo Hadi and Bambang Irawan	164 – 168
PENGARUH LAJU SENTRIFUGASI TERHADAP PEMISAHAN MINOR KOMPONEN HASIL TRANSESTERIFIKASI ASAM DARI MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH - Tirena Bahnur Siregar	169 – 172
PENGARUH LAJU PENGADUKAN TERHADAP YIELD BIODIESEL HASIL TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT MENTAH DENGAN METANOL MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT - Tirena Bahnur Siregar	173 – 176
ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BIOLOGIS EKSTRAK METANOL DAUN <i>Tabernaemontana sphaerocarpa</i> (APOCYNACEAE) - Yuharmen, Yum Eryanti, Hilwan Y. Teruna, Jasril, Mamik Suryani dan Hadis Narullewi	177– 181
LAJU KOROSI BESI BERKARAT YANG DIKONVERSI DENGAN ASAM FOSFAT DALAM LARUTAN ELEKTROLIT DAN UDARA TERBUKA - Zarlaida Fitri	182 – 184
PEYERAPAN LOGAM OLEH TANAMAN PADI (<i>Oriza sativa</i>) DAN KACANG PANJANG (<i>Viga sinensis</i>) PADA AREAL PERTANIAN MASYARAKAT DIDAERAH KELURAHAN SUNGAI SAPIH KOTA PADANG - Zulkarnain Chaidir	185– 189

MATEMATIKA

PROTOTYPE M-EDUCATION UNTUK PENDAFTARAN MATA KULIAH DI PERGURUAN TINGGI BERBASISKAN WAP - Anita Desiani, Ali Amran	190 – 195
BAHASAN PERSOALAN DADU - Bambang Irawan	196 – 202
PENERAPAN ALGORITMA SEMUT PADA PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) - Budi Rudianto	203 – 210
METODE TABU SEARCH UNTUK MENYELESAIKAN QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM - Elly Rosmaini	211 – 215
TRANSFORMASI CAYLEY PADA M-MATRIKS - Elvina Herawaty	216 – 218
ANALISIS TINGKAT PELAYANAN PEMERINTAH KECAMATAN DI KABUPATEN ACEH BARAT - Evi Ramadhani, Asep Rusyana	219 – 223
KARAKTER DARI DISTRIUSI ARCTAN - Haposan Sirait	224 – 226
ESTIMATOR UNTUK PARAMETER DISTRIBUSI BIVARIAT EKSPONENSIAL BERSYARAT - Harison, Haposan Sirait	227 – 231

PENGUNAAN FAKTOR-FAKTOR INVARIAN UNTUK MENDAPATKAN BENTUK KANONIK JORDAN DAN BENTUK KANONIK RASIONAL – Thresye dan Aisjah J.N	232 – 236
ALGORITMA SIMULASI ANNEALING DALAM MENGATASI KETERBATASAN DATA EMPIRIS PRODUKSI PANASBUMI - Jose Rizal, Sutawanir Darwis, dan Ali Ashat	237 – 243
ALGORITMA SISTEM OPTIMAL KONTROL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA (PLTH) - Machudor Yusman dan Tiryono Ruby ..	244 – 250
2EKSPONEN DIGRAPH DWIWARNA ASIMETRIK DENGAN DUA CYCLE YANG BERSINGGUNGAN - Mardiningsih, Saib Suwilo, Indra Syahputra	251– 257
PENDEKATAN BIKRITERIA PROGRAMMING MENYELESAIKAN SHORTEST PATH BERKENDALA - Marwan Harahap, Suwarno Ariswoyo, Mardiningsih	258– 262
UJI UNTUK ALTERNATIF DATA TERURUT MENGGUNAKAN BASIS INDIKATOR (UJI TERPSTRA-MAGEL) - Ridha Ferdhiana	263– 266
APLIKASI ALGORITMA GENETIK UNTUK MENYELESAIKAN PROBLEM KNAPSACK 0-1 – Sawaluddin	267 – 270
PENYETARAAN PERSAMAAN REAKSI KIMIA UNTUK MATRIK KOEFISIEN TAK BUJURSANGKAR - Susila Bahri	271 – 275
PENYELESAIAN PERSAMAAN POLINOMIAL DENGAN MATRIKS CIRCULANT - Suwarno Ariswoyo, Marwan Harahap, Mardiningsih	276 – 281
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA (PLTH) SEBAGAI SUMBER PENGADAAN ENERGI LISTRIK RELATIF EFISIEN DAN RAMAH LINGKUNGAN - Tiryono Ruby dan Machudor Yusman	282– 288
PEMODELAN MATEMATIK PENYARINGAN AIR LIMBAH PABRIK KELAPA SAWIT – Tulus	289 – 297
GREEDY HEURISTICS FOR BOUNDED DIAMETER MINIMUM SPANNING TREE PROBLEM – Wamiliana	298 – 300
MODEL PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN SIG - Yulian Fauzi, Boko Susilo, Zulfia Memi Mayasari	301 – 305

PMIPA

PENGUNAAN SELF ASSESMENT QUESTION (SAQ) DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI ANALIT DATAR POKOK BAHASAN LINGKARAN - Aisjah Juliani Noor dan Akmil Fuadi Rahman	306 – 309
PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>LEARNING CYCLE</i> MENGGUNAKAN PENDEKATAN <i>PROBLEM SOLVING</i> TERHADAP HASIL BELAJAR IPA BIOLOGI SISWA KELAS VIII SMPN 3 PADANG PANJANG TAHUN PELAJARAN 2008/2009 - Ardi, Zaifunisi, Vivi Gita Rizki	310 – 314

ALGORITMA SIMULASI ANNEALING DALAM MENGATASI KETERBATASAN DATA EMPIRIS PRODUKSI PANASBUMI

Jose Rizal^{1*}, Sutawanir Darwis², dan Ali Ashat³

¹ Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu

² Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB

³ Departemen Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan ITB

* E-mail : jose_mamora@unib.ac.id atau j_rizal04@yahoo.com (HP 081321420921)

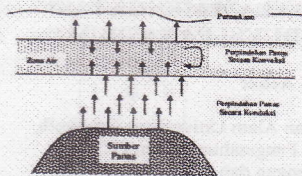
Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah (i) untuk melihat karakteristik dari parameter reservoir dan estimasi produksi dari sebuah sumur produksi Lapangan Panasbumi Kamojang (ii) melihat kemampuan algoritma simulasi annealing dalam mengatasi keterbatasan data empiris produksi panasbumi. Simulasi Annealing merupakan salah satu simulasi bersyarat, yang memiliki keunggulan dalam mencari kondisi jebakan maksimum lokal dan dapat digunakan dalam ekstrapolasi data. Hasil Aplikasi algoritma simulasi annealing pada lapangan panasbumi Kamojang: (i) metode ini dapat memberikan gambaran dari penyebaran nilai estimasi produksi dengan menggunakan data yang terbatas (ii) metode ini dapat digunakan dalam mengestimasi dengan tingkat signifikansi 95% (iii) khusus untuk data simulasi 25 data, produksi optimal sebesar 99,67 ton/jam.

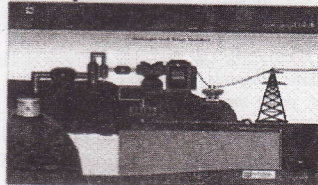
Kata kunci: panasbumi, karakteristik reservoir, dan Algoritma Simulasi Annealing

PENDAHULUAN

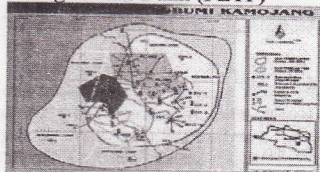
Dalam mewujudkan tekad Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk melistriki Nusantara dengan rasio elektrifikasi 100% dan akses terbuka penyambungan listrik sebelum tahun 2020 [10], perlu dibangun infrastruktur pendukung dan eksplorasi sumber-sumber energi alternatif diluar Migas. Beberapa infrastruktur pembangkit listrik telah dipersiapkan oleh PLN diantaranya Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) (gambar 2). Pada dasarnya sistem panas bumi [9] terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari suatu reservoir panas ke sekelilingnya yang terjadi secara konduksi dan secara konveksi (gambar 1). Keadaan ini menyebabkan air yang lebih panas bergerak ke atas dan air yang lebih dingin bergerak turun ke bawah, sehingga terjadi sirkulasi air atau arus konveksi. Hasil dari perambatan panas baik secara konduksi maupun konveksi akan membentuk reservoir air yang ada disekitarnya dan menyebabkan terbentuknya reservoir panas bumi. Pada saat ini, di lapangan panas bumi Kamojang yang terletak di Kabupaten Bandung Jawa Barat telah dilakukan pemboran sebanyak 76 sumur yang tersebar pada area seluas kurang lebih 14 km². Diperkirakan potensi panas bumi pada area seluas 7km² pada bagian tepi yang dapat dimanfaatkan (gambar 3) untuk penambahan unit baru.



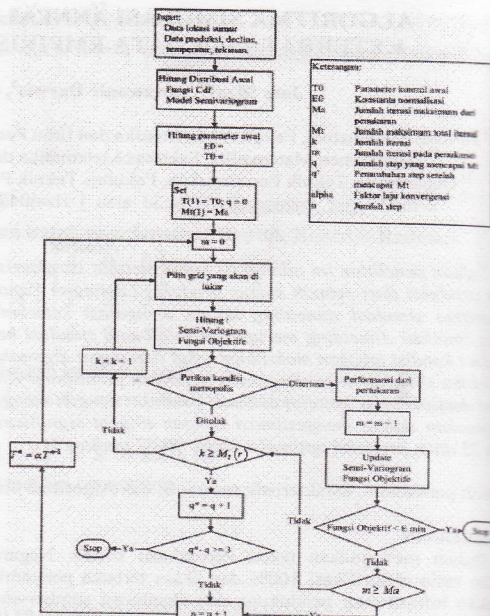
Gambar 1. Perpindahan panas di bawah permukaan



Gambar 2. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)



Gambar 3. Peta lapangan panas bumi



Gambar 4. Flow chart simulasi Annealing

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari, mengembangkan dan mengaplikasikan Simulasi Annealing dalam melihat kemampuan simulasi Annealing menghasilkan karakteristik reservoir pada suatu lapangan panas bumi dan memprediksi kapasitas Produksi pada sumur panas bumi yang baru pada satu kawasan blok ekspansi di lapangan panas bumi dengan data pengamatan yang terbatas.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam simulasi data reservoir [6], terlebih dahulu reservoir dibagi dalam suatu sistem grid dengan memperhatikan letak dari data aktual. Pemberian harga distribusi awal untuk setiap titik pada grid dari data pengamatan yang tidak memiliki nilai pengamatan disebarkan dengan cara *random number generator* $R(0,1)$ yang disebarkan mengikuti distribusi statistik (*Cumulative Distribution Function* (F)) yang sama seperti lapangan. Berdasarkan harga ini, ditentukan harga variabel $Z(x_i)$ pada grid (x_i, y_i) dengan persamaan [4]:

$$Z(x_i) = Z_m + (Z_m - Z_{m-1}) \left(\frac{R(0,1) - F(Z_{m-1})}{F(Z_m) - F(Z_{m-1})} \right) \quad (1)$$

Fungsi distribusi kumulatif diskrit $F(Z_m)$ dari variabel simulasi untuk suatu batas atas kelas Z_m diberikan oleh persamaan:

$$F(Z_m) = \frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^{N_s} i(\omega_i; Z_m) \quad (2)$$

dengan fungsi indikator i adalah;

$$i(\omega_i; Z_m) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } Z(\omega_i) \leq Z_m \\ 0 & \text{untuk } Z(\omega_i) > Z_m \end{cases} \quad (3)$$

2.1. Korelasi Spasial

Tingkat korelasi di titik x dan $x+h$ [7], dapat dijelaskan melalui rumus berikut:

$$\rho(h) = 1 - \frac{\gamma(h)}{C(0)} \quad (4)$$

Estimasi variogram eksperimental ($\gamma(h)$) merupakan rata-rata kuadrat selisih harga dua titik data yang terpisah sejauh h (jarak), yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (5)$$

Prinsip Dasar Simulasi Annealing [5]

Metode simulasi Annealing dikembangkan berdasarkan analogi dari proses pendinginan cairan (batuan atau logam cair). Dengan menurunkan temperatur secara perlahan, molekul-molekul tersebut diberi kesempatan untuk mengatur diri sehingga diperoleh suatu keadaan stasioner dengan tingkat energi yang minimum. Sesuai dengan proses Annealing pada proses pendinginan logam, metode Simulasi Annealing untuk karakterisasi reservoir terdiri dari 5 (lima) komponen utama, yaitu: konfigurasi sistem, fungsi objektif, parameter kontrol, mekanisme untuk merubah konfigurasi, *annealing schedule* [1].

Fungsi objektif didefinisikan sebagai perbedaan antara semivariogram empirik dari simulasi dengan model semivariogram, yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$E^k = \frac{1}{E_0} \sqrt{\left[\sum_{j=1}^{N_d} \sum_{i=1}^{N_i} (\gamma_s^k(h_i) - \gamma_0(h_i))^2 \right]}, \quad E_0 = \sqrt{\left[\sum_{j=1}^{N_d} \sum_{i=1}^{N_i} \left(\frac{\gamma_s^0(h_i)}{\gamma_0(h_i)} - 1 \right)^2 \right]} \quad (6)$$

eterangan:

- E^k : Fungsi energi setelah iterasi langkah ke k
- $\gamma_s^k(h_i)$: Semivariogram dari empirik pada lag distance h_i
- $\gamma_0(h_i)$: Semivariogram model pada lag distance h_i

Mekanisme pertukaran adalah proses iterasi pada simulasi Annealing yang menyebabkan perubahan harga fungsi objektif. Lokasi penukaran ditentukan secara acak dengan mengambil bilangan bulat, I_1 dan I_2 yang berharga 1 sampai $N_r = (N_x N_y)$ dengan:

$$I_1 = 1 + INT(N_r R_1) \text{ dan } I_2 = 1 + INT(N_r R_2) \quad (7)$$

Dalam menentukan titik yang akan ditukar ada 3 (tiga) kondisi yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Titik-titik yang akan ditukar bukan merupakan titik data aktual
 $I_1 \neq (x_i, y_i)_a$ dan $I_2 \neq (x_i, y_i)_a$ dimana $(x_i, y_i)_a$ merupakan titik data aktual.
2. Titik-titik yang akan ditukar mempunyai selisih harga variabel yang lebih besar dari suatu harga minimum tertentu yang dapat dirumuskan sebagai berikut:
 $|Z(I_1) - Z(I_2)| > 0.01 (Z(x_i)_{\max} - Z(x_i)_{\min})$
3. Memenuhi kondisi Metropolis.

(8)

Terjadinya penukaran atau tidak tergantung dari kondisi Metropolis, yakni

$$P(\Delta E^k, T^r) = \begin{cases} 1 & \text{bila } \Delta E^k \leq 0 \\ \exp\left(-\frac{\Delta E^k}{T^r}\right) & \text{bila } \Delta E^k > 0 \end{cases} \quad (9)$$

Parameter kontrol (T^r) pada simulasi Annealing didefinisikan sebagai berikut :

$$T^r = \begin{cases} \frac{1}{m_2} \sum_{i=1}^{m_2} \Delta E_{\text{awal}}(i) & r = 0 \\ \ln\left(\frac{m_2}{0.99 m_2 - 0.01 m_1}\right) & r = 1, 2, 3, \dots \\ \alpha T^{r-1} & \end{cases} \quad (10)$$

PROSEDUR PENELITIAN

2.3.1 Pemilihan Reservoir dan Data

Lapangan panas bumi Kamojang dibagi dalam suatu sistem grid 2 dimensi, yakni 35 grid arah selatan dan 35 grid arah barat-timur. Jadi pada daerah eksplorasi terdapat 1225 grid, dimana luas 1 grid didefinisikan memiliki luas 10000 m² dalam kondisi yang sebenarnya. Dari 45 data lokasi sumur produksi yang tersedia, akan dilakukan simulasi dengan 5, 10, 15, 20, dan 25 data empiris. Sedangkan data lokasi sumur lainnya, digunakan sebagai validasi hasil simulasi. Pemilihan lokasi sumur yang digunakan dalam simulasi Annealing dilakukan dengan memilih lokasi yang dekat dengan lokasi yang dikembangkan, yakni blok C dan blok Barat.

2.3.2 Tahapan Simulasi

Proses Simulasi Annealing [8] terdiri dari beberapa tahapan (gambar 4), setiap tahapannya terdiri atas beberapa iterasi. Proses simulasi dapat diterangkan dengan algoritma berikut:

1. Menghitung distribusi awal untuk setiap grid dalam daerah pengamatan.
2. Menentukan konstanta awal fungsi objektif E^0 dan parameter kontrol awal T^0 .
3. Untuk langkah pertama jumlah total maksimum iterasi sama dengan jumlah total iterasi yang ditentukan.
4. Memilih dua grid secara random, I_1 dan I_2 dengan menggunakan mekanisme penukaran yang telah dijelaskan sebelumnya.
5. Menghitung semivariogram data dan fungsi objektif yang didapatkan jika penukaran dilakukan berdasarkan kondisi Metropolis.
6. Menguji kondisi Metropolis jika suatu penukaran dapat diterima seperti yang diusulkan pada langkah (4).
 - a. Jika $R \leq P(\Delta E^k, T^r)$ maka penukaran akan diterima.
 - i. Jika variabel sementara $W_1 = Z(I_1)$ dan $W_2 = Z(I_2)$ maka penukaran variabel simulasi adalah $W_1 = Z(I_2)$ dan $W_2 = Z(I_1)$.
 - ii. Perubahan semivariogram dilakukan, yaitu $\gamma_s^{k+1}(h) = \gamma_s(h)$
 - iii. Perubahan harga fungsi objektif, yaitu $E^{k+1} = E$
 - b. Jika jumlah total iterasi yang diterima dalam suatu langkah telah melebihi jumlah maksimum iterasi yang diterima dalam satu langkah, M_a , maka dilanjutkan ke langkah (9).
 - c. Jika $R > P(\Delta E^k, T^r)$ maka penukaran yang diusulkan pada langkah (4) tidak diterima. Dalam kasus ini perubahan variabel simulasi tidaklah dilakukan karena semivariogram dan fungsi objektif tidak berubah.
7. Selanjutnya diperiksa apakah banyaknya iterasi yang telah dilakukan dalam satu langkah telah melebihi jumlah total iterasi dalam satu langkah. Jika kondisi ini terpenuhi maka dilanjutkan ke langkah (4).
8. Menentukan harga parameter kontrol, T^{r+1} untuk langkah berikutnya.
9. Menentukan jumlah maksimum iterasi untuk langkah selanjutnya, kembali ke (4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pada prinsip dasar simulasi pendinginan (*annealing*), pertama-tama dibentuk suatu data awal simulasi dimana pola penyebaran data masih cenderung seragam dengan energi awal iterasi $E_{\text{awal}} = 1$ dan belum terjadi penukaran titik lokasi. Pewarnaan (biru, kuning, orange, dan merah) yang berbeda digunakan sebagai representasi nilai estimasi kapasitas produksi di titik tersebut. Warna biru merepresentasikan nilai estimasi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan warna kuning. Semakin besar nilai estimasi kapasitas produksi suatu titik lokasi maka warnanya akan semakin merah.

Tabel 1. Deskripsi data nilai Produksi dan Semivariogram Eksperimental

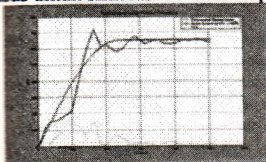
No	Jumlah data	Nilai Produksi (ton/jam)		Semivariogram Eksperimental		
		Minimum	Maksimum	Model	a	C
1	5	45.7502	87.4566	Spherical	675	300
2	10	24.0000	87.4566	Spherical	950	450
3	15	14.3161	87.4566	Spherical	900	500
4	20	14.3161	111.2686	Spherical	450	675
5	25	14.3161	111.2686	Spherical	470	650

Untuk melakukan simulasi Annealing, terdapat beberapa parameter-parameter yang harus dimasukkan kedalam program *SASIM.PAR*, diantaranya data yang tersedia pada tabel 1. algoritma dari simulasi Annealing, maka untuk iterasi selanjutnya dilakukan penukaran-penukaran nilai dari estimasi produksi yang memenuhi kondisi persamaan 8 dan 9. Dimulai dari iterasi ke-8, laju penurunan energi dan jumlah penukaran titik lokasi yang cukup besar. Hasil image menunjukkan terjadi pengelompokkan nilai-nilai dari kapasitas produksi pada tepi-tepi kawasan lapangan panas bumi Kamojang. Berikut hasil pengolahan untuk simulasi data dari 5, 10, 15, 20, dan 25 data empiris.

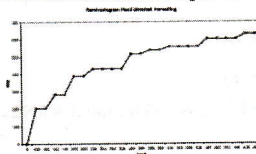
Tabel 2. Deskripsi penyebaran data lokasi dan besar estimasi Produksi

Jumlah data	Lokasi Optimum		Produksi (ton/jam)
	X	Y	
5	$-2.22 \times 10^4 \leq X \leq -2.20 \times 10^4$	$1700 \leq Y \leq 1900$	$79.85 \leq Pr \leq 83.64$
10	$-2.22 \times 10^4 \leq X \leq -2.20 \times 10^4$	$1700 \leq Y \leq 1900$	$70.16 \leq Pr \leq 81.66$
15	$-2.22 \times 10^4 \leq X \leq -2.20 \times 10^4$	$1900 \leq Y \leq 2100$	$73.90 \leq Pr \leq 80.52$
20	$-2.19 \times 10^4 \leq X \leq -2.17 \times 10^4$	$1700 \leq Y \leq 1900$	$84.89 \leq Pr \leq 93.68$
25	$-2.22 \times 10^4 \leq X \leq -2.18 \times 10^4$	$1600 \leq Y \leq 1800$	$82.73 \leq Pr \leq 101.25$

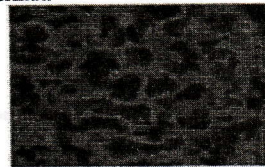
Hasil untuk simulasi 25 data empiris memberikan hasil output sebagai berikut:



Gambar 5. Model Semivariogram Spherical



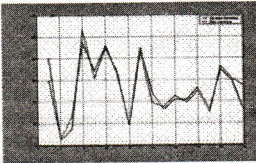
Gambar 6. Semivariogram hasil simulasi Annealing



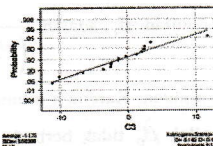
Gambar 7. Deskripsi Image hasil simulasi Annealing



Gambar 8. Kontur hasil simulasi Annealing



Gambar 9. Plot data empiris dan simulasi annealing



Gambar 10. Uji statistik kenormalan galat

3.2 Uji Validitas

Uji validitas pada hasil simulasi Annealing dimaksudkan untuk mengetahui kualitas realisasi parameter hasil simulasi Annealing pada kawasan pengembangan reservoir panas bumi. Berikut ini tabel dari data yang akan digunakan dalam uji validasi simulasi annealing:

No	Nomor Sumur	Data Lapangan	Data Simulasi Annealing		Produksi	X	Y	Produksi
		X	Y					
1	43	-20842.00	3168.00		32.00	-20778	3199.40	66.70
2	11	-20576.00	2943.00		80.52	-20480	2943.40	60.00
3	50	-20468.00	3228.00		4.83	-20381	3199.40	6.27
4	21	-20427.00	1939.00		11.72	-20480	1919.50	70.18
5	25	-20385.00	3392.00		14.40	-20381	3370.00	25.57
6	18	-20385.00	2613.00		106.25	-20381	2602.10	94.44
7	14	-20229.00	2966.00		61.83	-20183	2943.40	68.46
8	61	-20076.37	2325.01		90.00	-20084	2346.10	91.40
9	17	-20008.00	2704.00		67.10	-19985	2687.40	65.87
10	12	-19917.00	3033.00		18.05	-19786	3028.70	18.35
11	20	-19621.00	2749.00		86.00	-19786	2772.80	89.60
12	71	-19839.09	2337.16		39.00	-19885	2346.10	49.14
13	58	-19807.27	1594.35		35.00	-19786	1578.20	32.61
14	49	-19768.00	1161.00		45.47	-19786	1151.60	42.06
15	59	-19655.95	2401.95		39.00	-19588	2431.50	41.50

16	53	-19650.04	2369.84	50.00	-19687	2346.10	52.57
17	57	-19644.40	2391.72	30.00	-19588	2346.10	32.47
18	48	-19537.00	1582.00	72.02	-19588	1578.20	69.55
19	69	-19290.32	1853.49	61.00	-19290	1919.50	58.89
20	74	-22662.38	2347.13	54.12	-22662	2346.10	31.72

Uji validitas ini dilakukan dengan menghitung *tingkat kemiripan antara hasil simulasi Annealing dengan data lapangan*, diantaranya:

1. Semivariogram yang dihasilkan dari 25 data lapangan dan hasil simulasi Annealing menghasilkan model semivariogram yang identik yakni model *Spherical* (gambar 5 dan 6).
2. Pada gambar 9, grafik perbandingan antara data lapangan dengan hasil simulasi Annealing menunjukkan hasil simulasi dengan data yang digunakan sebagai uji validitas identik pada setiap data uji lokasi sumbu

3. Model regresi dari 20 data lapangan (X) dan hasil simulasi Annealing (Y) adalah :

$$Y = -0.4847 + 1.0353X + \varepsilon \quad R^2 = 0.90 \quad (11)$$

Berdasarkan hasil pengujian secara statistika dengan derajat kepercayaan 95%, diperoleh :

- a) ε mengikuti *Distribusi Normal* (gambar 10)

- b) Hasil pengujian dari nilai $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_1$ dari model regresi persamaan 11.

- i. Perumusan Hipotesis untuk

$$\beta_0 \quad (H_0 : \beta_0 = 0 \quad H_1 : \beta_0 \neq 0)$$

$$\beta_1 \quad (H_0 : \beta_1 = 1 \quad H_1 : \beta_1 \neq 1)$$

- ii. Dengan memilih $\alpha = 0.05$ dan $n = 11$, diperoleh t tabel = 2.92.

- iii. t hitung untuk

$$\text{pengujian } \hat{\beta}_0, \text{ adalah } \frac{\hat{\beta}_0 - \beta_0}{\left(\text{Cov}(\hat{\beta}_0)\right)^{0.5}} = -0.4510$$

$$\text{pengujian } \hat{\beta}_1, \text{ adalah } \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{\left(\text{Cov}(\hat{\beta}_1)\right)^{0.5}} = 0.1049.$$

- iv. Kesimpulan: Karena $|t \text{ hitung}| < t \text{ tabel}$ untuk masing-masing $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_1$, maka H_0 diterima. Artinya nilai $\hat{\beta}_0$ tidak berbeda secara signifikan dengan nol dan nilai $\hat{\beta}_1$ tidak berbeda secara signifikan dengan satu. Jadi model regresi pers 11 dapat ditulis $Y = X + \varepsilon$

KESIMPULAN

Berkaitan dengan kemampuan simulasi Annealing dalam menghasilkan karakteristik reservoir pada sumbu lapangan panas bumi, dapat disimpulkan:

1. Simulasi Annealing mampu menggambarkan image dan kontur dari kawasan eksplorasi reservoir panas bumi dengan data empiris yang terbatas, sehingga dapat di lihat kawasan-kawasan yang menghasilkan produksi panas bumi yang optimal.
2. Simulasi Annealing dapat memberikan hasil yang valid dalam memberikan suatu gambaran karakteristik reservoir pada block Barat-Ciharus. Hal ini didasarkan pada hasil validasi simulasi Annealing pada parameter reservoir, dimana metode ini valid untuk digunakan dengan *tingkat kepercayaan 95%*.
3. Estimasi Kapasitas Produksi panas bumi maksimum pada block Barat-Ciharus dari simulasi Annealing berada pada koordinat (-22263,1663.6) dengan estimasi produksi sebesar 99.67 ton/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aarts, E and Korst, J., 1989, *Simulated Annealing and Boltzmann Machines: A stochastic Approach to Combinatorial Optimization and Neural Computing*, John Wiley & Sons, Chichester
- Achyar, M.K., Hasibuan, A., Firman., Darmawan, W., Ashat, M. A., 2005. *Application of Modified Isochronal Test to Determine Output Curve of Wells at Kamojang Geothermal Field-West Java*, Proceeding World Geothermal Congress, Antalya, Turkey (akan dipublikasikan).
- Armstrong, M., 1998, *Basic Linear Geostatistics*, Springer, Berlin.
- Cressie, N. A. C., 1993, *Statistics for Spatial Data*, Revised Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Deutsch, C.V., Journel, A.G., 1991, *The Application of Simulated Annealing to Stochastic Reservoir Modeling*, Paper SPE 23565, SPE Journal.
- Grant, M.A., 1982, *Geothermal Reservoir Engineering*, Academic Press. London

- John, M.E., 1999, *Geostatistics and Petroleum Geology*, Second Edition, Kluwer Academic Publisher, Dardrecht.
- Amasyah, 1993, *Penggunaan Metode Simulasi Annealing Untuk Deskripsi Reservoir Lapangan Tanjung Tiga timur*, Thesis, Institut Teknologi Bandung.
- Sardjji, N.M., 1997, *Teknik Panas Bumi*, Departemen Perminyakan, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral ITB
- www.pln.co.id



PROSIDING SEMIRATA BKS

PTN-WILAYAH BARAT

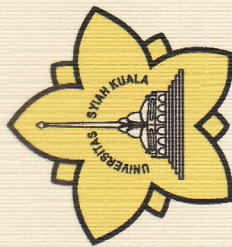
BIDANG ILMU MIPA KE-22



BKS PTN BARAT
Bidang Ilmu MIPA

ISBN 978-602-8208-87-1





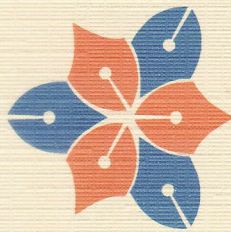
Universitas Syiah Kuala

SERTIFIKAT

Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat
(BKS PTN-B) Bidang Ilmu MIPA

Memberikan Penghargaan Kepada

Jose Rizal



BKS PTN BARAT
Bidang Ilmu MIPA

Sebagai Pemakalah

Pada Acara :

SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN BIDANG ILMU MIPA

*Tema: Aktualisasi Penelitian Bidang Sains Untuk Optimalisasi Potensi
Sumber Daya Alam Bagi Peningkatan Ekonomi Masyarakat*

BKS PTN Barat
Koordinator Bidang Ilmu MIPA,

Di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Syiah Kuala

Banda Aceh, Tanggal 4-5 Mei 2009

Banda Aceh, 5 Mei 2009
Ketua Panitia,



Dr. Mustanir, M.Sc
NIP. 132059312

Shahrul

Dr. Syahrul Nur Majid, M.Si
NIP. 132090408